追日營農型綠能農業設施下萵苣栽培評估

Evaluation of Lettuce Cultivation under Sun-chasing PVP in Central Taiwan

主講者：陳葦玲

機關(構)/單位：行政院農業委員會
臺中區農業改良場作物改良課
chenwl@tdais.gov.tw

計畫目標

- 進行中部地區追日型太陽能板下周年栽培萵苣之植株生育、產量、品質及氣象資料調查，提供營農型光電綠能農業設施下栽培作物之選項及生產質量參考。

表1. 不同作物增加1%光照度及10%散射光可提升總產量之比較

Crop	% Yield increase	Crop	% yield increase
Lettuce	0.8	Tomato	2.5-3.5
Radish	1	Tomato winter artif. light	1.1
Cucumber	0.7–1	Cucumber	2.7-4.8
Tomato	0.7–1	Cucumber winter	2.5
Rose	0.8–1	Rose	1.7
Chrysanthemum	0.6	Diverse potplants Increase growth and development	7-9%
Pointsettia	0.5–0.7		
Ficus benjamina	0.6		

1% light intensity

10% diffused light

(Hemming, 2017)

2

場域位置

- 臺中區農業改良場試驗田區(lat. 24°08 N, long. 120°32 E)
- 追日型太陽能光電板，單晶矽、市電併聯型太陽能發電系統
- 架高 4.5 m、座間距 9.3 m、單軸、東西向追日
- 太陽能板長 14 m、寬 4.2 m (2片式 2行列排列)、4kWh
- 風速大於 17m/sec及照度小於 30,000 Lux時，面板恢復到水平狀態 2小時

2019光電綠能設施之農地利用成果發表會

- 107年總發電量74,496kWh，平均年發電量 328.5kWh．m^{-2}．y^{-1}
- 較固定式發電量增加15~20%

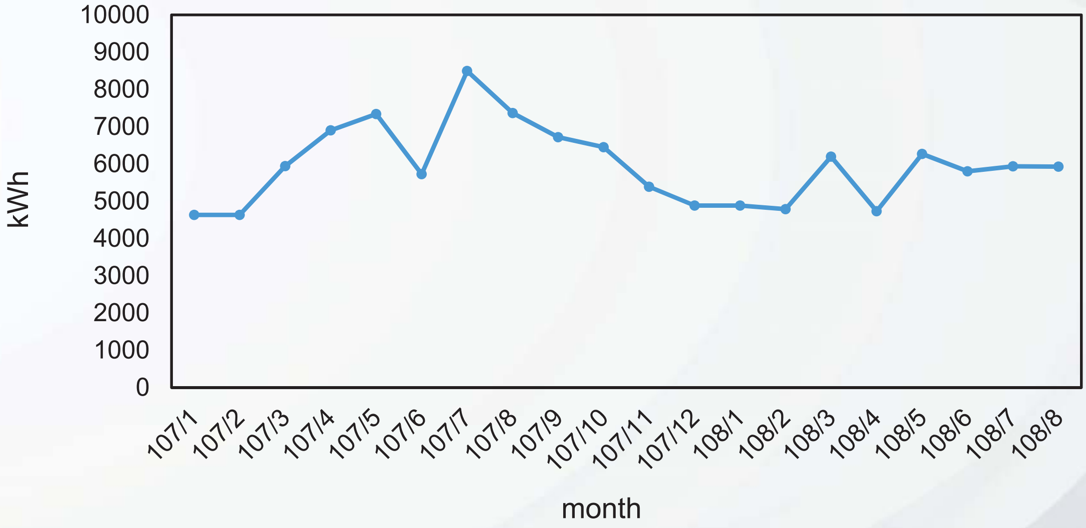
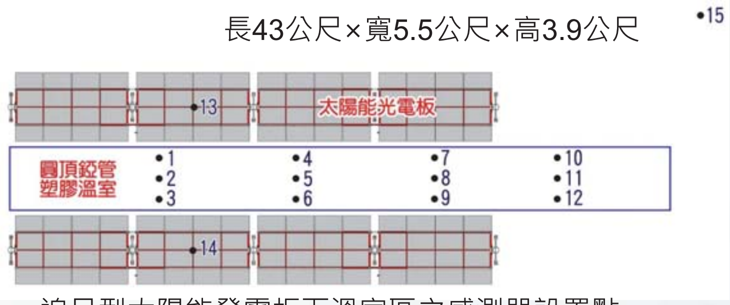


圖1. 107年1月至108年8月台中區農業改良場追日型太陽能板試驗場域發電量變化

102-設施瓜類及葉菜評估

太陽能板之間搭設簡易溫室，並安裝環境監測感測器，導入反光資材及蔬菜栽培模式，調查作物生育與產量表現。



追日型太陽能發電板下溫室區之感測器設置點

5

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

表2. 東方甜瓜‘嘉玉’於太陽能設施栽種之生育表現

種植區段	果重 (g)	果肉重 (g)	果肉厚 (cm)	糖度 (°Brix)
前段	335.7 b [z]	273.1 b	1.67 b	11.9 b
中段	375.6 ab	288.1 b	1.79 b	12.3 b
後段	360.7 b	277.2 b	1.62 b	12.2 b
對照	447.4 a	359.9 a	1.87 a	13.7 a

[z] Mean separation within columns by Fisher’s LSD test at *P*≦0.05.
[y] 102年6月27日種植

表3. 網紋洋香瓜‘美華’於太陽能設施栽種之生育表現

種植區段	果重 (g)	果肉量(g)	果肉厚 (cm)	糖度 (°Brix)
前段	1709.2 b	1595.6 b	3.5 a	12.7±0.5
中段	1696.4 b	1595.1 b	3.6 a	12.9±0.5
後段	1731.4 b	1618.3 b	3.6 a	12.3±1.0
對照	1948.4 a	1829.5 a	3.8 a	13.2±0.7

[z] Mean separation within columns by Fisher’s LSD test at *P*≦0.05.
[y] 102年6月27日種植

6

表4. 小白菜於太陽能設施栽種之生育表現

種植區段	株高 (cm)	株鮮重 (g)	葉片數 (No.)	葉長 (cm)	葉寬 (cm)
前段	29.6 ab	72.7 ab	7.1 a	30.5 a	18.7 a
中段	31.6 a	78.7 a	6.5 a	32.4 a	19.7 a
後段	30.2 ab	80.4 a	6.9 a	30.7 a	18.7 a
對照	27.6 b	68.9 b	6.7 a	28.8 a	17.8 a

[z] Mean separation within columns by Fisher's LSD test at $P \leqq 0.05$.
[y] 102年9月17日種植

108-萵苣周年栽培評估

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 試驗期間: Feb.~Dec., 2019，共四期作
- 試驗品種：結球萵苣'常力6號'及半結球萵苣'桃源 '
- 環境數據調查：溫度、光輻射強度、相對溼度...
- 植株生育調查：株高、株幅、單株重、產量 ...
- 品質調查：葉綠素、TSS、Vit. C、纖維、硝酸鹽、營養元素...
- 試驗設計：完全逢機設計(CRD)、三重複

萵苣周年栽培評估試驗期程

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
結球萵苣												
半結球萵苣												

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

表5.追日型太陽能板下結球萵苣‘常利6號’生育表現及產量

Treatment	Yield (kg．m²)	Head weight (g)	Head width (cm)	Head height (cm)	Head shape ratio
CK	2.08 a	620.6 a	14.9 a	13.2 a	0.89 a
PVP 1	1.91 ab	599.7 ab	14.9 a	13.8 a	0.92 a
PVP 2	1.78 b	588.3 b	15.0 a	13.8 a	0.93 a

z Different letters indicate significant differences between treatments by Fisher's LSD test.
Trail were conducted from 1 Feb. to 1 April, 2019

表6. 追日型太陽能板下結球萵苣’常利6號’品質

Treatment	SPAD-502 value	TSSC^y (°Brix)	Vit. C content (ppm)	Nitrate content (ppm)	CFC (%)	Tightness^x	Browning rate (%)
CK	15.3a^z	3.12 a	19.2 b	1748.2 b	25.8 a	2.77 a	63.3 a
PVP 1	15.1 a	2.57 b	29.3 a	1983.3 a	24.0 a	2.10 b	53.3 a
PVP 2	14.5 a	2.56 b	24.7 a	1776.7 b	23.7 a	2.26 b	63.3 a

z Different letters indicate significant differences between genotypes by Fisher's LSD test at P ≤ 0.05.
y TSSC= total soluble solid content; CFC = crude fiber content.
x Tightness ratings were made based on a 1 to 3 scale, in which 1 = loosen, 3 = solid.
Trail were conducted from 1 Feb. to 1 April, 2019

圖2.春作追日型太陽能板下結球萵苣'常利6號'生育情形

表7. 追日型太陽能板下半結球萵苣'桃源'產量及植株外觀

Treatment	Yield (kg . m2)	Head weight (g)	Head width (cm)	Head height (cm)	Head shape ratio
CK	1.01 b[z]	108.4 b	14.9 b	19.7 a	1.24 ab
PVP 1	1.23 ab	123.9 ab	19.4 a	21.0 a	1.10 b
PVP 2	1.28 a	133.4 a	16.9 ab	20.1 a	1.34 a

[z] Different letters indicate significant differences between genotypes by Fisher's LSD test at $P \leq 0.05$
Trail was conducted from 26 April to 26 May, 2019.

表8. 追日型太陽能板下半結球萵苣'桃源'品質

Treatment	SPAD-502 value	TSSC[y] (°Brix)	Vit. C content (ppm)	Nitrate content (ppm)	CFC (%)	Browning rate (%)
CK	23.6 a	3.05 a	101.5 a	2316.7 b	13.6 a	0.0 a
PVP 1	26.9 a	2.77 b	105.2 a	2893.3 a	10.6 b	0.0 a
PVP 2	25.4 a	2.88 ab	102.3 a	2730.0 a	11.5 b	0.0 a

[z] Different letters indicate significant differences between genotypes by Fisher's least significant difference at $P \leq 0.05$.
[y] TSSC=total soluble solid content; CFC = crude fiber content.
Trail was conducted from 26 April to 26 May, 2019.

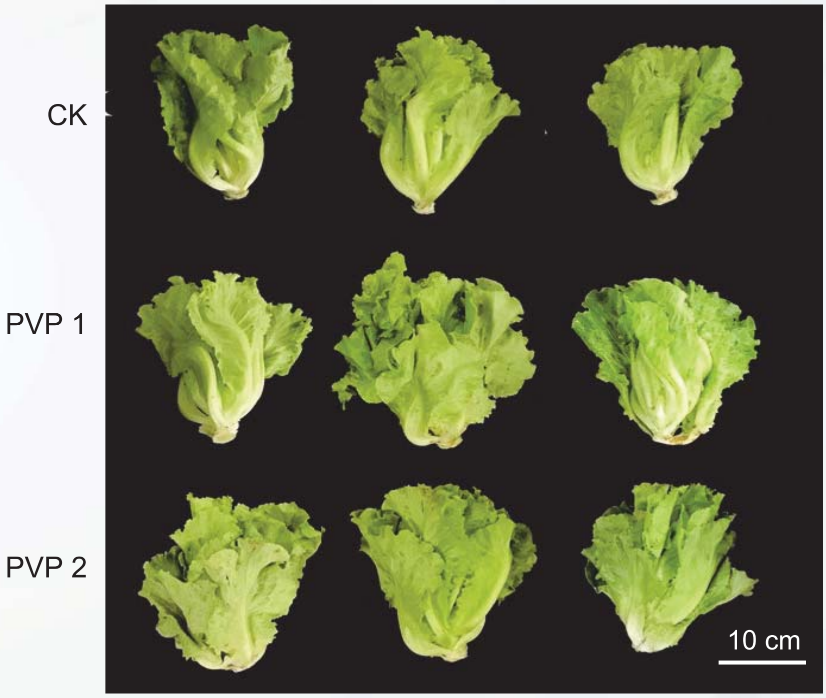


圖3. 春作追日型太陽能板下半結球萵苣‘桃源’生育情形

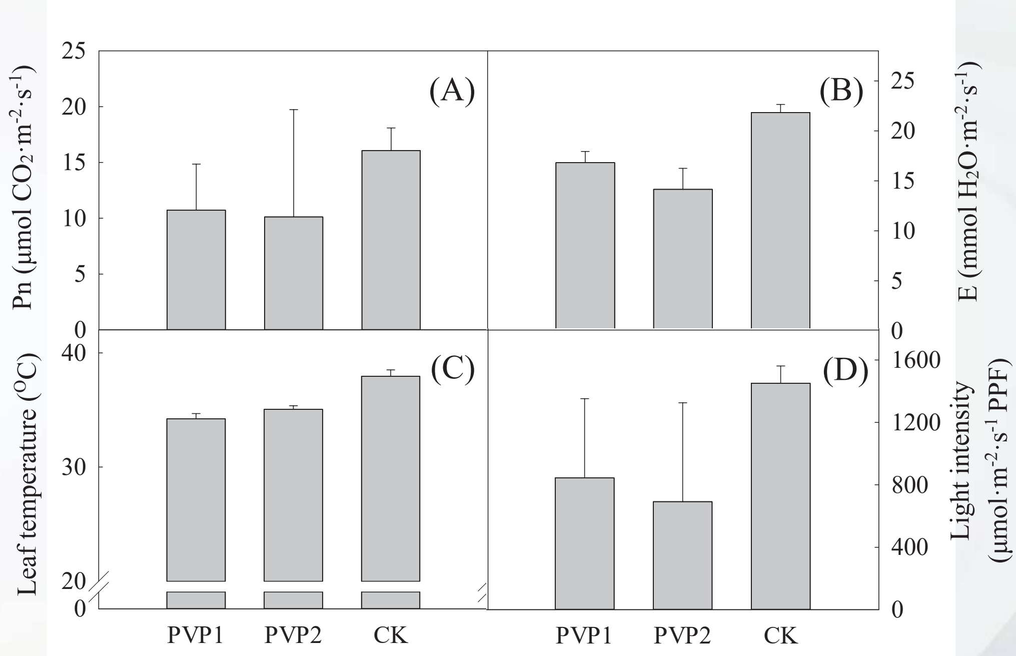


圖4. 追日型太陽能板下夏作半結球萵苣‘桃源’光合作用率(A)、蒸散速率(B)、葉片溫度(C)及光照度比較

Fig4. Comparison of photosynthetic rate, Pn (A), transpiration rate, E (B), leaf temperature (C), and light intensity (D) of semi-head lettuce cultivated under sun-tracking solars panel. Trail were conducted from 8 Aug. to 8 Sep., 2019.

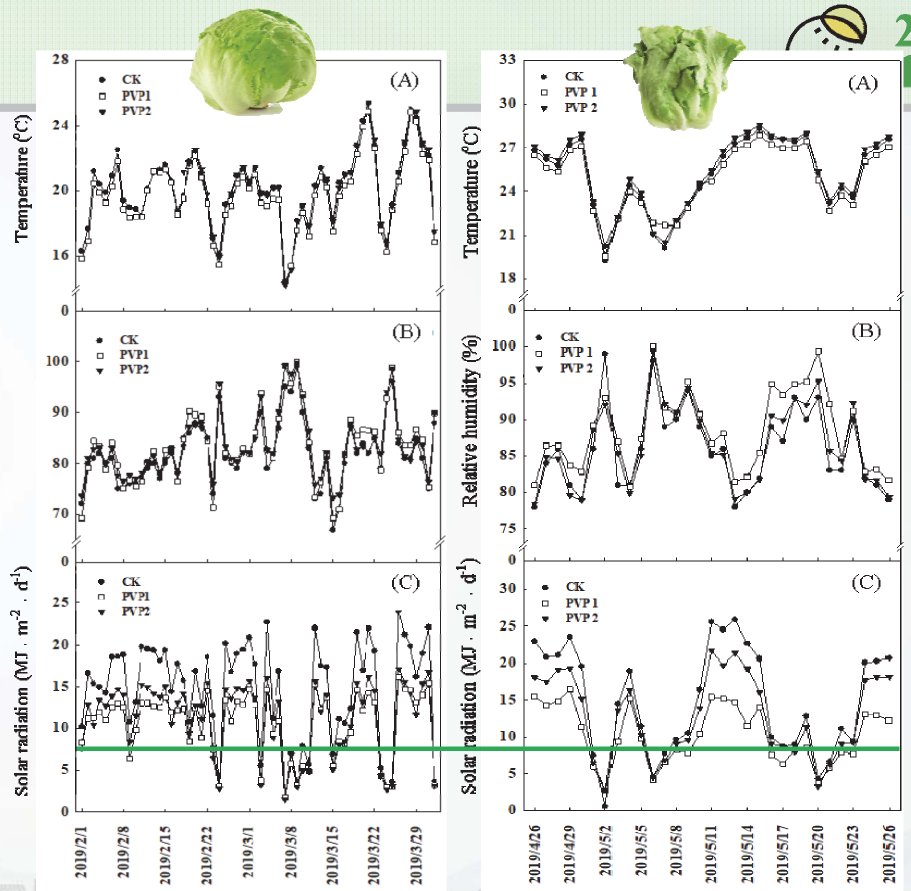


圖5. 試驗期間追日型太陽能板下日平均溫度(A)、相對濕度(B)及累積光輻射量(C)變化

- 溫度及RH大致上無顯著差異
- PVP1溫度略低，RH較高

結球萵苣栽培期累DLI
C K：789.7 MJ
PVP1：629.7 MJ
PVP2：679.9 MJ
Required: 413 MJ

半結球萵苣栽培期累DLI
C K：462.5 MJ
PVP1：318.7 MJ
PVP2：400.1 MJ
Required: 224 MJ

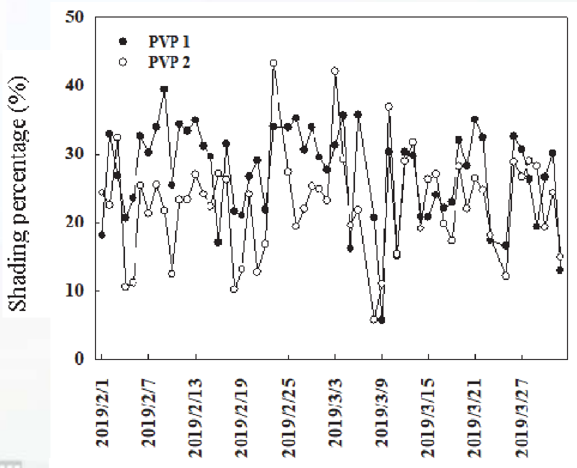
結球萵苣 DLI
12~14 mole.m^{-2} .day^{-1}
=6~7 MJ.m^{-2}.day^{-1}

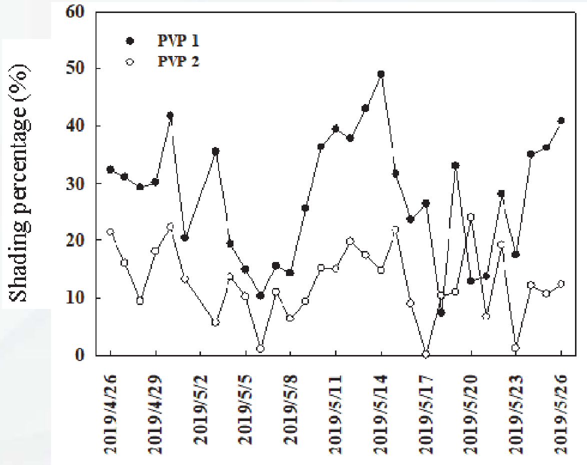
結球萵苣栽培期每日DLI不足量累積(58天)
C K：-27.92 MJ
PVP1：-35.49 MJ
PVP2：-38.49 MJ

結球萵苣栽培期每日DLI不足量累積(30天)
C K：-6.76 MJ
PVP1：-13.57 MJ
PVP2：-11.61 MJ

- PVP1 DLI減少：15~40%
- PVP2 DLI減少：8~43%

- PVP1 DLI減少：8~50%
- PVP2 DLI減少：0~23%





20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會
太陽能板下雨水直接沖刷
17

感謝聆聽 敬請指教
20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會